

BETONIELEMENTTIEN SUUNNITTELUTYÖN HALLINTA TEKLA STRUCTURES -OHJELMISTON AVULLA

Markus Tuulihovi

Opinnäytetyö
Toukokuu 2013

Rakennustekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä TUULIHOVI, Markus	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 28.5.2013
	Sivumäärä 41	Julkaisun kieli suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi BETONIELEMENTTIENTEN SUUNNITTELUTYÖN HALLINTA TEKLA STRUCTURES -OHJELMISTON AVULLA		
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) VIINIKAINEN, Marko		
Toimeksiantaja(t) KPM-Engineering Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Tekla Structures -tietomallinnusohjelmiston mahdollisuuksia rakennesuunnittelun hallinnassa. Työ rajattiin koskemaan betonielementtien suunnittelutyötä. Tavoitteena oli selvittää, millä menetelmillä ja työkaluilla elementtien suunnittelutyön etenemistä voidaan hallita ja raportoida. Opinnäytetyön toimeksiantajana oli FMC Group -suunnittelukonserniin kuuluvan KPM-Engineering Oy:n Jyväskylän toimipiste. Toimeksiannon taustalla oli tarve kyetä osoittamaan rakenneosien valmiusaste prosentti raporttimuodossa.</p> <p>Työn teoriaosuudessa perehdyttiin betonielementtien mallintamiseen ja suunnitteluprosessin kulkuun. Teoriapohjan perusteella suunnittelutyön hallinnan lähtökohdaksi valittiin elementeille asetettavat valmiusasteet, joiden avulla valmiusaste prosentti osoitettaisiin. Työn toiminnallisessa osuudessa testattiin Tekla Structures -ohjelmiston työkalujen sopivuutta valmiusasteiden asettamiseen. Lisäksi valmiiden raporttipohjien soveltuvuutta valmiusasteiden raportointiin tutkittiin.</p> <p>Työn aikana havaittiin, että Tekla Structures -ohjelmiston omat projektinhallintatyökalut eivät sovellu toimeksiantajan tarpeisiin ilman jatkokehitystä. Sen sijaan konsernin Tekla Structures -ympäristön valmiusasteiden asettamista varten luotu työkalu todettiin sellaisenaan käyttökelpoiseksi. Tarvetta jatkokehitykselle kuitenkin ilmeni.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena määriteltiin valmiusasteet ja luotiin toimintaohje niiden käyttämiseen. Valmiusasteiden raportointiin löydettiin useita eri vaihtoehtoja, joita arvioitiin niiden muokattavuuden ja helppokäyttöisyyden perusteella. Raportointia ei saatu vielä lopulliseksi, sillä arvioinnissa hyödyllisimmäksi todetun raporttipohjan kehittäminen vaatisi ohjelmointiosaamista. Raportointia aiotaan kehittää kesällä 2013. Kun valmiusasteiden käyttö ja raportointi saadaan betonielementtien osalta toimiviksi, niitä voidaan soveltaa myös muihin rakenneosiin.</p>		
Avainsanat (asiasanat) betonielementit, BIM, projektinhallinta, rakennesuunnittelu, Tekla Structures, tietomallit		
Muut tiedot		



Author TUULIHOVI, Markus	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 28.5.2013
	Pages 41	Language Finnish
		Permission for web publication (X)
Title MANAGING DESIGN PROCESS OF CONCRETE ELEMENTS USING TEKLA STRUCTURES SOFTWARE		
Degree Programme Civil Engineering		
Tutor(s) VIINIKAINEN, Marko		
Assigned by KPM-Engineering Oy		
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to research the potential of Tekla Structures software in the management of structural design. The research was limited to the design process of concrete elements. The objective was to determine the methods and tools with which the progress of the design process of concrete elements can be managed and reported. The thesis was assigned by the KPM-Engineering Oy Jyväskylä office, which is a part of FMC Group. The motive behind the assignment was the need to be able to show the percentage of the completion of structures in a report form.</p> <p>The modeling of concrete elements and the course of the design process were studied in the theory part of the thesis. Based on the theory part, statuses assigned to elements were chosen as the basis for design process management. The percentage of the completion of concrete elements would be shown utilizing the statuses. The suitability of the tools of Tekla Structures software for assigning statuses was tested in the functional part of the thesis. The suitability of existing report templates for status reporting was also studied.</p> <p>During the course of the thesis it was discovered that the project management tools of Tekla Structures software were not suitable to the company's needs without further development. However, the tool used for assigning statuses in Tekla Structures environment of FMC Group was deemed usable as such. The need for improvement arose nonetheless.</p> <p>The thesis resulted in the definition of statuses and the creation of a procedure for their use. Multiple options for status reporting were found, and they were assessed by how editable and easy to use they were. The reporting method was not finalized due to the fact that modifying the most useful report template would require programming skills. The reporting method will be developed during summer 2013. After the use and reporting of statuses concerning concrete elements are functional they can be applied to other structures as well.</p>		
Keywords BIM, building information models, concrete elements, project management, structural design, Tekla Structures		
Miscellaneous		

Sisältö

1 Työn lähtökohdat	3
2 Betonielementtien suunnitteluprosessi	5
2.1 Betonielementtisuunnittelun toteuttaminen	5
2.2 Betonielementtien suunnittelutyö	7
3 Tietomallinnus	8
4 Yleiset tietomallivaatimukset 2012	9
4.1 Yleistä	9
4.2 Osa 5. Rakennesuunnittelu	10
5 BEC 2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje	13
5.1 Mallinnusohjeen tarve	13
5.2 Mallinnuksen aloituskokous	13
5.3 Elementtien mallintaminen	14
5.4 Tietomallipohjainen reikä- ja varaussuunnittelu	14
5.5 Tiedonsiirto IFC-formaatilla	16
5.6 Elementtien valmiusaste	16
6 Tekla Structures	17
6.1 Yleistä	17
6.2 Tekla-ympäristöt	18
7 Tulokset	18
7.1 Betonielementtien suunnittelutyön hallinnan toteuttaminen	18
7.2 Valmiusasteiden määrittely	19
7.3 Työkalut	22
7.3.1 Workflow-välilehti	22
7.3.2 FMCG Status	23
7.3.3 Project Status Visualization	24
7.3.4 Task Manager	25
7.3.5 Create Report	26

7.4 Vaihtoehdot valmiusasteiden raporttipohjaksi	27
8 Pohdinta	29
8.1 Päätelmät	29
8.2 Tavoitteiden saavuttaminen	30
8.3 Jatkokehitysehdotukset	31
Lähteet	34
Liitteet	36
Liite 1. Rakennemallin tietosisältö yleissuunnitteluvaiheessa.	36
Liite 2. Näkymä Project Status Visualizationin standard-asetuksella.	37
Liite 3. Näkymä Project Status Visualizationin FMC_Status-asetuksella.	38
Liite 4. Valmiusasteraportin nykytilanne	39
Liite 5. Toimintaohje valmiusasteiden asettamiseen.....	40

Kuviot

Kuvio 1. Tuoteosakauppamallit suunnitteluprosessissa	5
Kuvio 2. Tuoteosatoimittajan tehtävät eri tuoteosakauppamalleissa.....	6
Kuvio 3. Tietomalli yleissuunnitteluvaiheessa	11
Kuvio 4. Esimerkki porrashuoneen mallitarkkuudesta eri suunnitteluvaiheissa	12
Kuvio 5. Tekla Structures -ohjelmiston käytöstä hyötyvät kaikki projektiosapuolet ..	17
Kuvio 6. Tekla Structures -ohjelmiston objektien valinta-asetuksia.....	19
Kuvio 7. Workflow-välilehti	22
Kuvio 8. FMCG Status -työkalu	23
Kuvio 9. Valmiusasteiden määrittäminen FMC Status -välilehdellä	24
Kuvio 10. Task Manager -työkalu.....	25
Kuvio 11. Raporttien luomistyökalu.....	26

1 Työn lähtökohdat

Tietotekniikka on kehittynyt parin edellisen vuosikymmenen aikana merkittävästi. Kehityksen myötä myös rakennesuunnittelun työtavoissa on tapahtunut muutoksia. 1990-luvun aikana piirustusten käsinpiirtämisestä siirryttiin tietokoneavusteiseen eli CAD-suunnitteluun (Tuotemallintaminen rakennesuunnittelussa 2007, 3). Tuoreimpana suunnittelumenetelmänä on tietomallinnus, josta on käytetty aiemmin nimitystä tuotemalli tai tuotetietomalli. Tietomallinnus on 2000-luvun alusta asti ollut voimakkaassa kasvussa. Skanska-konsernin tietomallintamisen kansainvälisen osaamiskeskuksen johtajan Ilkka Romon mukaan Suomi haluaa olla tietomallintamisen kärkimaa, mikä osaltaan selittää tietomallinnuksen yleistymistä Suomessa (Suomi haluaa pysyä tietomallintamisen huipulla 2011).

Vuonna 2007 julkaistussa Tuotemallintaminen rakennesuunnittelussa -kirjassa esitetään tietomallipohjaisen toimintatavan leviämisen yhtenä edellytyksenä se, että tilaajat edellyttävät tietomallinnuksen käyttöä (Tuotemallintaminen rakennesuunnittelussa 2007, 10). Tilaajat ovatkin huomanneet tietomallinnuksen tuomat mahdollisuudet ja haluavat yhä useammin, että kohteesta luodaan tietomalli (Sääskilahti 2013). Tietomallin avulla tilaajalle voidaan esittää kolmiulotteista havainnekuvaa valmiista rakennuksesta jo suunnitteluvaiheessa, jolloin muun muassa rakenteellisten muutosten tekeminen on vielä mahdollista. Tietomallinnuksen ansiosta projektin kulut pysyvät hallinnassa ja muutostenhallinta paranee. Hyödyt eivät rajoitu pelkästään rakentamisprosessiin, vaan tilaajalla on mahdollisuus hyödyntää tietomallia koko rakennuksen elinkaaren ajan. Kasvaneen kysynnän vuoksi suunnittelutoimistot ovat hiljalleen siirtymässä 3D-mallinnusohjelmien käyttöön ja tutkivat niiden tuomia mahdollisuuksia.

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin Tekla Structures -tietomallinnusohjelmiston mahdollisuuksia rakennesuunnitteluprosessin hallinnassa. Työn toimeksiantaja oli KPM-Engineering Oy:n Jyväskylän toimipiste, entinen Finmacon Oy Keski-Suomi, joka on osa FMC Group -suunnittelukonsernia. Toimeksiannon taustalla oli tarve kyetä osoittamaan rakenneosien valmiusaste prosentti esimerkiksi laskutuksen yhteydessä. Opinnäytetyö rajattiin koskemaan betonielementtien suunnittelutyön hallintaa.

Työssä pyrittiin vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

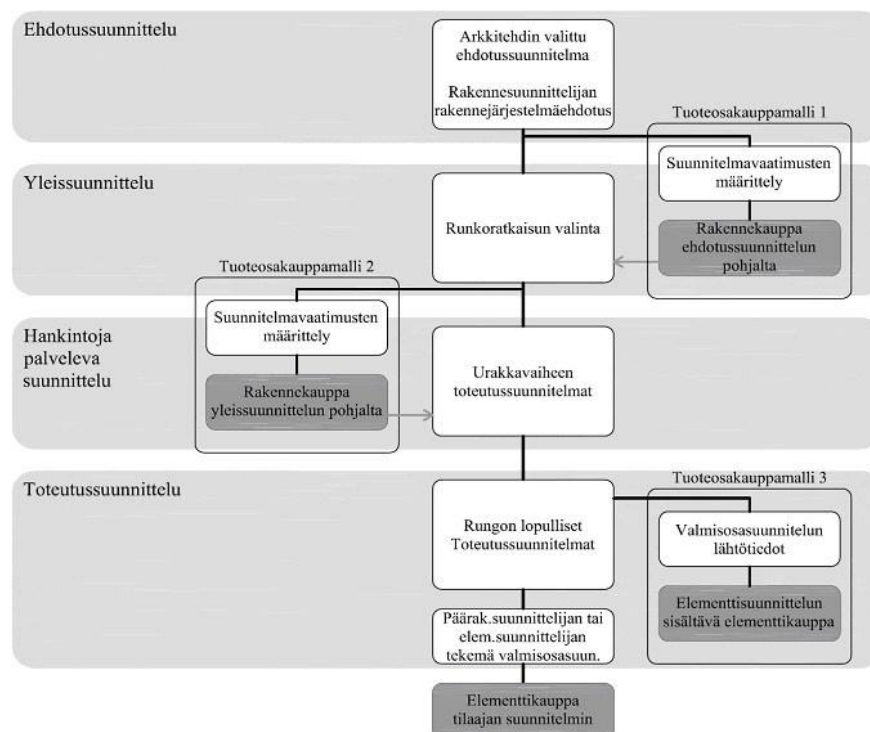
- Miten betonielementtien suunnittelutyö toteutetaan?
- Voidaanko betonielementtisuunnittelun etenemistä hallita Tekla Structures -ohjelmistossa jo olemassa olevilla työkaluilla?
- Jos etenemistä voidaan hallita jo olemassa olevilla työkaluilla, miten se käytännössä toteutetaan?
- Jos etenemistä ei voida hallita jo olemassa olevilla työkaluilla, millainen työkalu sitä varten tulisi luoda?
- Miten valmiusaste prosentti voidaan raportoida Tekla Structures -ohjelmiston avulla?

Työn tavoitteena oli saada selville Tekla Structures -ohjelmiston nykyisten työkalujen riittävyys rakennesuunnitteluprosessin hallintaan ja uusien hallintatyökalujen tarve. Mikäli sopivia työkaluja löytyisi, niistä oli tarkoitus luoda toimintaohjeet mallintajalle ja raporttipohja betonielementtien valmiusaste prosentin raportointiin.

2 Betonielementtien suunnitteluprosessi

2.1 Betonielementtisuunnittelun toteuttaminen

Betonielementtien suunnittelu voidaan toteuttaa perinteisellä tavalla, tuoteosakaupparamallilla tai edellä mainittujen tapojen yhdistelmällä. Perinteisesti elementtisuunnittelun on tehnyt rakenteiden pääsuunnittelija. Vaihtoehtoisesti suunnittelun voi toteuttaa myös rakennuttajan erikseen valitsema elementtisuunnittelija. (Mallintava suunnittelu n.d.) Perinteisen tavan rinnalle ovat nousseet erilaiset tuoteosakaupparamallit. Tuoteosakaupparamalleissa elementtisuunnittelun tekee tuoteosatoimittaja. Elementtisuunnittelu.fi -sivustolla on esitetty kolme vaihtoehtoista tuoteosakaupparamallia. Kaupparamallit eroavat muun muassa siinä, missä vaiheessa projektia tuoteosatoimittaja tulee mukaan. (Tuoteosakauppa n.d.) Kuviossa 1 on kuvattu eri tuoteosakaupparamallien sijoittumista suunnitteluprosessissa.



Kuvio 1. Tuoteosakaupparamallit suunnitteluprosessissa (Tuoteosakauppa n.d.)

Mitä myöhemmässä vaiheessa tuoteosatoimittaja tulee mukaan projektiin, sitä vähemmän hän pystyy vaikuttamaan muun muassa elementtien varusteluun. Toisaalta tuoteosatoimittajan työmäärä suunnittelun osalta vähenee. Tuoteosatoimittajan tehtävien laajuutta eri tuoteosakaupamalleissa kuvataan kuviossa 2.

Tuoteosa- kaupamalli nro.	Nimi (käytetään myös nimeä)	Rakenneprosessin vaiheet					
		Rakenneprosessin kehitys	Rakennesuunnittelu	Elementtisuunnittelu	Punostusuunnittelu	Valmistus	Asemus
1	Rakennekauppa ehdotussuunnittelun pohjalta (ST runkourakka, ST julkisivu-urakka)	X	X	X	X	X	X
2	Rakennekauppa yleisuunnittelun pohjalta (Runkourakka, Julkisivu-urakka)		X	X	X	X	X
3	Elementtisuunnittelun sisältävä elementtikauppa			X	X	X	(X)
-	Elementtikauppa tilaajan suunnitelmin				(X)	X	(X)

Kuvio 2. Tuoteosatoimittajan tehtävät eri tuoteosakaupamalleissa (Tuoteosakauppa n.d.)

Nykyään elementtisuunnittelussa on yleisimmin käytössä eräänlainen sekamalli, jossa on piirteitä sekä perinteisestä suunnittelusta että tuoteosakaupamalleista. Sekamallissa elementtisuunnittelun tekee pääasiassa joko pääsuunnittelija tai rakennuttajan valitsema elementtisuunnittelija. Esijännitettyjen betonielementtien, kuten esimerkiksi ontelolaattojen tai HI-palkkien, suunnittelussa elementtisuunnittelija toimittaa tuoteosatoimittajalle tarvittavat lähtötiedot, muun muassa elementtien mitat ja kuormitukset. Saamiensa tietojen perusteella tuoteosatoimittaja määrittää esijännitettyjen elementtien punostukset ja mahdolliset raudoitukset. (Tuoteosakauppa n.d.)

2.2 Betonielementtien suunnittelutyö

Betonielementtien suunnittelutyön pohjana ovat arkkitehtisuunnittelun tasopiirustuskuvat sekä tiedot muun muassa rakennuksen jäykistystavasta ja kuormituksesta. Lähtötietojen laatu ja oikeellisuus on erityisen tärkeää. Jotta kaikki tarpeelliset tiedot ovat yksiselitteisinä toimitettavissa elementtisuunnittelijalle, elementtisuunnittelun lähtötietovaihe on sovitettava rakennus- ja asennusaikatauluihin, asennusjärjestykseen ja suunnitteluprosessiin. Mikäli sovittuja lähtötietoja ei toimiteta elementtien suunnittelijalle aikataulun mukaisesti, suunnittelijan on ilmoitettava asiasta välittömästi suunnittelun tilaajalle ja elementtivalmistajalle. (Elementtisuunnittelun yleisohje 2010.)

Ennen betonielementtien suunnitteluprosessin aloittamista tulee suunnittelutyöhön varattu aika olla tiedossa. Elementtien suunnittelutyön vaatiman ajan arvioimiseen on annettu Elementtisuunnittelu.fi-sivustolla olevassa Elementtisuunnittelun yleisohjeessa suuntaa-antavat aikataulut. Varattava aika vaihtelee elementtien tyypistä riippuen neljästä kuuteen viikkoon. Kohteen kasvaessa myös suunnittelutyöhön on varattava enemmän aikaa. Ennen elementtisuunnittelun aikataulun luomista on sovitettava lähtötietojen toimituspäivämäärät sekä LVIS-, reikä- ja varauskierroksen ajan kohta. (Elementtisuunnittelun yleisohje 2010.)

Betonielementtien suunnittelussa oleellisia asioita ovat yleisgeometrian määrittäminen, saumajaon ja mallielementtien tekeminen ja toteutuspiirustusten valmistaminen. Yleisgeometrian määrittämisellä tarkoitetaan elementtien piirtämistä ulkomittojen mukaan ilman elementtien saumoja. Ovien ja ikkunoiden paikat kuitenkin piirretään. Jokaisesta kohteen elementtityypistä luodaan vähintään yksi mallielementti, jotta elementtitoimittaja pystyy niiden perusteella tekemään tarvittavat hankinnat. Mallielementtien piirustustarkkuus vastaa toteutuskuvien tarkkuutta, kuitenkin ilman reikiä ja varauksia. Toteutuskuvat ovat valmiiksi suunniteltujen elementtien kuvia.

3 Tietomallinnus

Tietomallinnuksella tarkoitetaan kolmiulotteisen tietomallin luomista rakennuksesta. Se kuvaa rakennuksen rakenteen ja sisältää sen tuottamiseen ja käyttämiseen tarvittavat tiedot. Tietomallin avulla kaikki tarvittavat tiedot voidaan koota yhteen dokumenttiin, jolloin tietojen hyödyntäminen on helppoa ja ne ovat paremmin hallittavissa kuin perinteisiä piirustuksia käytettäessä. Siinä missä piirustukset on tarkoitettu ihmisten luettaviksi, tietomallimuotoista tietoa tulkitsevat ihmisten lisäksi myös tietokoneohjelmat ja tietojärjestelmät. Tietomallinnuksen yhteydessä käytetään usein englanninkielistä lyhennettä BIM (building information modeling). (Tietomallinnus n.d.; Tuotemallintaminen rakennesuunnittelussa 2007, 3–8.)

Rakennushankkeen edetessä mahdollisuus vaikuttaa kokonaishintaan laskee ja samaan aikaan muutosten hinta kasvaa. Perinteisessä suunnittelumenetelmässä suurin osa työpanoksesta kuluu piirustusten tekemiseen, joka tapahtuu noin puolessa välissä rakennushankkeen kulkua. Tietomallipohjaisen suunnittelun etu perinteiseen suunnittelutapaan verrattuna on suunnitteluprosessin aikaistuminen. Tällöin suunnittelutyöhön käytetään enemmän aikaa, mutta piirustusten tekeminen sen jälkeen on huomattavasti vaivattomampaa. Suunnittelutyön aikaistumisen myötä kokonaiskustannuksiin vaikuttaminen on helpompaa ja muutosten kustannukset pienempiä. (Save Time & Money n.d.)

Rakennesuunnittelija aloittaa tietomallintamisen luomalla tietomallin 3D-mallinnusohjelmalla arkkitehdin piirustusten pohjalta. Kun malli on sovitun vaatimustason mukainen, se jaetaan rakennushankkeen muille suunnittelualoille. Tässä vaiheessa suunnittelualat saavat tietomallista geometria- ja koordinaattitiedot suunnittelutyönsä pohjaksi. Jokainen suunnitteluala työstää omaa malliaan. Mallin valmistuttua se lähetetään ennalta sovitussa muodossa rakennesuunnittelijalle. Kaikkien suunnittelualojen luomat mallit yhdistetään lopuksi yhdistelmämalliksi, jolla varmistetaan

niiden yhteensopivuus (Tietomallinnus n.d.). Tietomallintaminen eroaa rakenne-suunnittelun osalta muista suunnittelualoista siten, että rakennemalli tehdään usein koko hankkeen kokoisena. Muut suunnittelualat mallintavat usein kerroksittain. (Kautto 2012, 7.)

Tietomallien tiedonsiirrosta suunnittelualojen kesken käytetään usein nimitystä tietomallin luovutus. Jotta tietomallinnuksen yhteistoiminnasta saadaan suurin mahdollinen hyöty, hankkeen osapuolten on sovittava menettelytavat tiedonsiirron suhteen. Toimintatavat määritellään hankesopimuksessa tai viimeistään suunnittelun aloituskatselmuksessa. Sovituista asioista luodaan tietomalliluovutussopimus, jossa otetaan huomioon muun muassa tietomallin jokaisen rakenneosan suunnitteluvaiheen statustiedon eli valmiusasteen käyttö. Tietomalli luovutetaan joko natiivimuodossa, eli mallinnusohjelman omassa tiedostomuodossa, tai IFC-formaatissa, joka noudattaa kansainvälistä IFC-standardia (International Foundation Classes). IFC-formaatti on mallinnusohjelmien välisessä tiedonsiirrossa yleisesti käytetty avoin tiedostomuoto. Se pitää sisällään rakennusosan geometriatiedon ja mahdollistaa attribuuttitietojen eli UDA:n (User Defined Attributes) siirtämisen. Attribuuttitiedoilla voidaan ilmoittaa esimerkiksi rakennusosan kerros ja lohko. (Mallintava suunnittelu n.d.)

4 Yleiset tietomallivaatimukset 2012

4.1 Yleistä

Rakennusalan kasvava tietomallintamisen käyttö on tuonut mukanaan tarpeen yhteisille pelisäännöille. Senaatti-kiinteistöjen mallipohjien laajentamista ja kehittämistä varten toimeenpaneman COBIM-hankkeen tavoitteena oli luoda kansalliset mallintamisohjeet tietomallintamiselle. Hankkeen myötä luotu Yleiset tietomallivaatimuk-

set 2012 -julkaisusarja auttaa rakennushankkeen eri osapuolia määrittämään täsmällisesti mitä ja miten mallinnetaan. Julkaisusarja koostuu neljästätoista osasta:

1. Yleinen osuus
2. Lähtötilanteen mallinnus
3. Arkkitehtisuunnittelu
4. Talotekninen suunnittelu
5. Rakennesuunnittelu
6. Laadunvarmistus
7. Määrälaskenta
8. Mallien käyttö havainnollistamisessa
9. Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä
10. Energia-analyysit
11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana
13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa
14. Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa

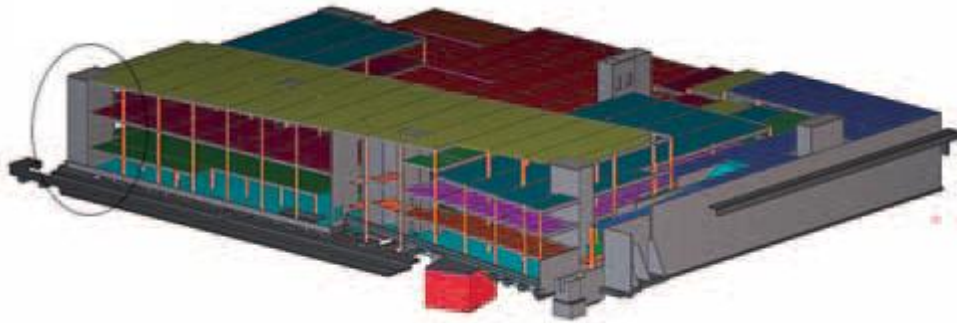
Tietomallivaatimukset on sinällään harhaanjohtava nimitys, sillä julkaisusarja on pikemminkin ohjeistus. Mikäli julkaisusarjaa halutaan käyttää rakennushankkeessa, tulee siinä esitetyt vähimmäisvaatimukset mallinnukselle ja mallien tietosisällölle täyttää. Jokaisen osapuolen tulee tutustua oman alansa vaatimusten lisäksi julkaisusarjan osiin 1 ja 6.

4.2 Osa 5. Rakennesuunnittelu

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 -julkaisusarjan viides osa käsittelee rakennesuunnittelun mallintamista ja rakennesuunnittelijan tuottamien tietomallien vaadittua tietosisältöä (RT 10-11070 2012, 2). Vaatimukset on esitetty rakennesuunnitteluosan

lopussa olevassa liitteessä, jonka sisällöstä on esimerkki tämän opinnäytetyön liitteessä 1. Vaatimuksissa ilmoitetaan, mitkä rakennusosat mallinnetaan aina ja minkä rakennusosien mallintamisesta on sovittava projektikohtaisesti. Lisäksi vaatimuksista löytyy rakennusosakohtainen, lyhyt kuvaus mallintamisen tarkkuudesta.

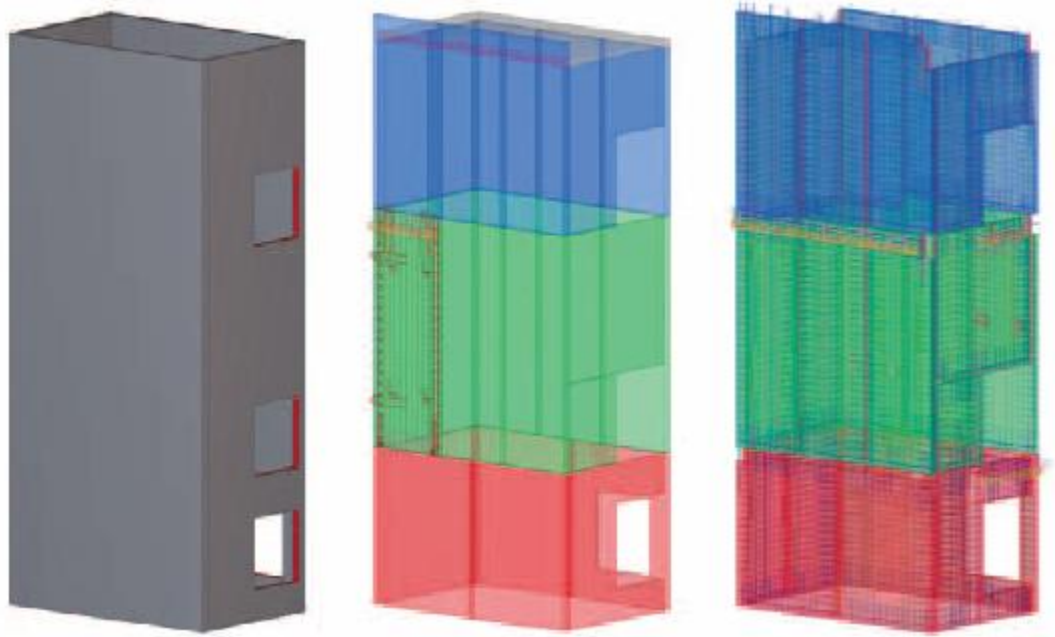
Mallintamisen kannalta oleelliset rakennushankkeen suunnitteluvaiheet ovat ehdotussuunnittelu, yleissuunnittelu, hankintoja palveleva suunnittelu ja toteutussuunnittelu. Ehdotussuunnitteluvaiheen tietomallin sisältöä ei ole määritetty (RT 10-11070 2012, 4). Kuten kuvio 3 voidaan havaita, yleissuunnitteluvaiheessa mallinnetaan rakennusosat perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein. Tässä vaiheessa esimerkiksi julkisivuelementeiltä ei vaadita saumajakoa, mutta ikkunoiden ja ovien paikat tulee mallintaa.



Kuvio 3. Tietomalli yleissuunnitteluvaiheessa (RT 10-11070 2012, 4, muokattu)

Hankintoja palvelevassa suunnitteluvaiheessa mallia tarkennetaan muun muassa elementtien saumajaloilla ja rakennusosien törmäykset eliminoidaan. Näin mallista saadaan selvitettyä rakenteiden kokonaismäärä. Edellä mainitun lisäksi mallielementteihin mallinnetaan liittymät, raudoitukset ja valutarvikkeet. Mallielementit tehdään mahdollisimman valmiiksi, jotta ne kuvaavat riittävän tarkasti kohteen lopullisia elementtejä. Näin niistä saadaan tuotettua piirustukset hankintoja varten. Toteutussuunnitteluvaiheessa kaikki elementit mallinnetaan valmiiksi reikiä ja varauksia myöten, jotta niistä saadaan tuotettua toteutuspiirustukset. Paikallavalurakenteisiin mal-

linnetaan liittymät ja valutarvikkeet, mutta paikallavaluraudoitteiden mallintamisesta sovitaan projektikohtaisesti. Kuviossa 3 näkyvän, rengastetun porrashuoneen mallitarkkuus eri suunnitteluvaiheissa on esitetty kuviossa 4. Kuviossa suunnitteluvaiheet ovat seuraavassa järjestyksessä, vasemmalta oikealle: yleissuunnittelu, hankintoja palveleva suunnittelu ja toteutussuunnittelu. (RT 10-11070 2012, 11–15.)



Kuvio 4. Esimerkki porrashuoneen mallitarkkuudesta eri suunnitteluvaiheissa (RT 10-11070 2012, 4–8)

5 BEC 2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje

5.1 Mallinnusohjeen tarve

BEC 2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje on betonielementtiteollisuuden, rakennesuunnittelijoiden ja Tekla Oyj:n yhteistyön tuloksena laadittu mallinnusohje elementtisuunnitteluun. Ohjeessa esitetään betonielementtien tietomallinnuksen yleiset säännöt, joita kaikkien mallintavien suunnittelijoiden tulisi noudattaa. Sääntöjä noudattamalla malliin saadaan määritettyä oikea sisältö, ja lopputulos on samankaltainen riippumatta suunnittelutoimistosta tai mallintajasta. Tällöin elementtiteollisuuden on mahdollista saada elementti- ja tarvikeluettelot luotettavasti suoraan tietomallista. (Kautto 2012, 4.)

5.2 Mallinnuksen aloituskokous

Kohteissa, joissa päätetään hyödyntää tietomallinnusta, pidetään mallinnuksen aloituskokous. Sen päätavoitteena on asettaa tavoitteet tietomallinnukselle. Kokouksessa käydään muun muassa lävitse BEC 2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohjeessa ja Yleiset tietomallivaatimukset 2012 -julkaisusarjassa käsitellyt asiat. Aloituskokouksessa sovitaan myös elementtien valmiusaste- ja päivämäärämerkinnöistä, elementtien numeroinnista sekä tietomallipohjaisen reikävaraus suunnittelun käyttämisestä, piirustuksien teosta ja vastuista. Mikäli mallintamisessa käytetään Tekla Structures -ohjelmistoa, tulee myös esimerkiksi ACN-numeron (Assembly Control Number) käytöstä sopia. (Kautto 2012, 8.)

5.3 Elementtien mallintaminen

Elementit tulee mallintaa siten, että niistä saadaan raportoitua betonielementtiteollisuuden tarvitsemat tiedot. Mallintamisen tulee olla johdonmukaista ja samanlaista elementtityypeittäin. Mallinnettaessa betonielementtejä esimerkiksi Tekla Structures -ohjelmistolla precast-asetuksen (esivalmistettu) tulee olla päällä, jotta elementit pystytään erottamaan mallin muista objekteista. (Kautto 2012, 10–11.)

Mallinnusohjelmat antavat jokaiselle osalle yksilöllisen GUID-tunnisteen (Globally Unique Identifier). Kun elementille annetaan säilytettävää tietoa, esimerkiksi asennuspäivämäärä, GUID-tunnisteet on pyrittävä säilyttämään muokkaamalla jo luotuja rakennusosia niiden tuhoamisen ja uuden osan luomisen sijaan. (Kautto 2012, 13.)

5.4 Tietomallipohjainen reikä- ja varaussuunnittelu

Tietomallinnusta on mahdollista hyödyntää reikä- ja varaussuunnittelussa. Tietomallipohjaisen reikävaraussuunnittelun käytöstä sekä tietomallista tehtävien reikäpiirustuksien teosta ja vastuista pitää kuitenkin aina sopia projektikohtaisesti. BEC 2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohjeessa on esitetty ohje reikävarausten tekemiselle sekä kolme vaihtoehtoa reikäpiirustusten tekoprosessille. (Kautto 2012, 33.)

Reikä- ja varaussuunnittelussa voidaan käyttää tietomallipohjaista törmäystarkastelua, jolloin läpivientien paikantaminen ja suunnittelu helpottuvat. Tämä vaatii TATE-järjestelmämallien (talotekniikka) ja rakennemallin yhdistämistä. Tarvittaessa myös arkkitehdin rakennusosamalli voidaan yhdistää edellä mainittujen tietomallien kanssa. (Kautto 2012, 33.)

Rakennesuunnittelija tuottaa kerroskohtaiset tietomallit sovitussa formaatissa TATE-suunnittelijalle varaussuunnittelua varten. Mallin tulee sisältää yläpuolinen laatasto ja siihen liittyvät kantavat seinät. TATE-suunnittelija tekee saamiensa mallien pohjalta myös kerroskohtaiset, vain varausobjektit sisältävät IFC-varausmallit ja toimittaa ne rakennesuunnittelijalle. Rakennesuunnittelija tekee varausobjektien perusteella rakenteisiin rei'itykset ja muut varaukset. Mikäli reiän tai varauksen teko ei ole rakenteellisesti mahdollista, rakennesuunnittelija esittää TATE-suunnittelijalle ehdotuksen, jonka perusteella tämä luo uuden version reikävarausobjekteista. (Kautto 2012, 33–34.)

Varausobjektit mallinnetaan oikean kokoisina ja sijainniltaan oikeaan paikkaan. Visuaalisen tarkastelun ja rakennesuunnittelijan työn helpottamiseksi ne tulee kuitenkin mallintaa paksumpina kuin läpäistävät rakenteet. Varauksien koko ja tunnisteet liitetään varausobjekteihin attribuuttitietoina. Varausobjektien korkoasemana käytetään absoluuttista korkoa. Näiden lisäksi varausobjekteista tulee käydä ilmi, kenen varauksia ne ovat. Kun varausobjektia halutaan muokata, ei sitä tulisi poistaa, vaan muuttaa jo olemassa olevaa objektia. Näin ohjelmistot tunnistavat reikävarausobjektin muuttuneeksi eivätkä tulkitse sitä uudeksi objektiksi. (Kautto 2012, 33–34.)

Sähkötekniikan osalta mallinnetaan ne varaukset, jotka lävistävät elementit kokonaan. Putkitusten, rasioiden kolousten tai muiden vastaavien reittien osalta tietomallipohjaista varaussuunnittelua ei kuitenkaan vaadita. Tämä johtuu TATE-sovellusohjelmien elementtikolousten käsittelyn tuen puutteesta. Kyseiset koloukset tai muut vastaavat varaukset esitetään rakennesuunnittelijalle perinteisin suunnittelumenetelmin. (Kautto 2012, 34.)

5.5 Tiedonsiirto IFC-formaatilla

Hankkeessa on mahdollista käyttää useita rakennemalleja. Tämä on käytännöllistä esimerkiksi silloin, kun hankkeessa on pääsuunnittelijan ohella erillinen elementtisuunnittelija. Erilliset rakennemallit on mahdollista yhdistää käyttämällä IFC-formaattia. (Kautto 2012, 9.)

Jotta rakenneosien tiedot siirtyvät oikein IFC-formaatissa, rakenneosien oikeellisuus tulee varmistaa. Tällä tarkoitetaan sitä, että IFC-mallissa pilari on pilarina ja palkki palkkina. Rakenneosien oikeellisuus tulee ottaa huomioon esimerkiksi Tekla Structures -ohjelmistoa käytettäessä, jossa on mahdollista mallintaa esimerkiksi ontelolaatta palkkityökalulla. Elementtityyppi voidaan määrittää elementin UDA:n IFC Entity -kohdassa. UDA:ssa on myös mahdollista antaa lohko- ja kerrostieto. Nämä ovat hyödyllisiä tietoja esimerkiksi suurissa tai vaiheistetuissa rakennushankkeissa. (Kautto 2012, 6.)

5.6 Elementtien valmiusaste

Valmiusaste ja päivämäärämerkinnät ovat tärkeässä roolissa betonielementtejä mallinnettaessa. Mallista on pystyttävä toteamaan suunniteltu valmistumispäivä, elementtien valmiusaste sekä valmiusasteen päivämäärä. Valmiusasteet on dokumentoitava tietomalliselosteeseen, jotta projektin muut osapuolet osaavat tulkita niitä oikein. Valmiusasteiden määrittelyyn on varattu yksitoista arvoa. Arvoja 01-09 suunnittelijat voivat käyttää vapaasti keskeneräisten elementtien valmiusasteen määrittelyyn. Arvot 10 ja 11 ovat ennalta määritellyt: 10_Valmis ja 11_Muuttunut. Betonielementille annetaan arvo 10_Valmis, kun elementti on valmis ja siitä on tehty piirustus. Mikäli elementti ja sen piirustus ovat muuttuneet, annetaan elementille arvo 11_Muuttunut. (Kautto 2012, 35–36.)

6 Tekla Structures

6.1 Yleistä

Tekla Structures on Tekla-ohjelmistoyhtiön kehittämä rakennuksen tietomallinnusohjelmisto. Sillä luotua mallia voidaan hyödyntää rakennusprosessin kaikissa vaiheissa luonnossuunnittelusta valmistukseen, pystytykseen ja rakentamisen hallintaan. Näin kaikki rakennushankkeen osapuolet voivat hyötyä tietomallinnuksen tuomista eduista (ks. kuvio 5). Ohjelmisto mahdollistaa eri suunnittelualojen samanaikaisen työskentelyn, jolloin esimerkiksi rakenteiden yhteensovittaminen, päällekkäisyyksien tunnistaminen ja osapuolten yhteistoiminnan koordinoiminen raporttien avulla tehostavat suunnitteluprosessin etenemistä. (Yhteistoiminta rakennusprojektissa n.d.)



Kuvio 5. Tekla Structures -ohjelmiston käytöstä hyötyvät kaikki projektiosapuolet (Yhteistoiminta rakennusprojektissa n.d.).

Tekla Structures -ohjelmiston käyttö voi kasvattaa rakennesuunnittelun roolia rakennushankkeessa. Tekla-mallin avulla suunnittelijalle aukeaa uusia mahdollisuuksia tarjota palveluitaan muille rakennushankkeen osapuolille, kuten rakennuttajille, urakoitsijoille ja aliurakoitsijoille. (Rakennesuunnittelu ja rakentamisen suunnittelu n.d.)

6.2 Tekla-ympäristöt

Yritykset voivat luoda Tekla Structures -ohjelmistoon omia ympäristöjään, joiden myötä ohjelmistoon ladataan tiettyjä asetuksia ja ominaisuuksia. Ympäristö otetaan käyttöön aina ohjelmistoa käynnistettäessä. FMC Group -konsernilla, johon opinnäytetyön toimeksiantaja kuuluu, on käytössään oma ympäristö. Ympäristön avulla Tekla Structures -ohjelmiston käyttöä on pyritty selkeyttämään ja virtaviivaistamaan poistamalla tarpeettomiksi koettuja ominaisuuksia. Lisäksi ympäristön mukana tulevat käyttöön FMC Group -konsernin omat komponentit ja työkalut. Komponentilla tarkoitetaan Tekla Structures -ohjelmiston objektien ryhmää, jota käsitellään yhtenä yksikkönä mallinnuksen ja muuntelun helpottamiseksi (Peruskäsitteitä n.d.). FMC-ympäristön työkaluihin kuuluvat muun muassa sandwich-elementtien muokkaamiseen ja rakenneosien valmiusasteen asettamiseen tarkoitetut työkalut.

7 Tulokset

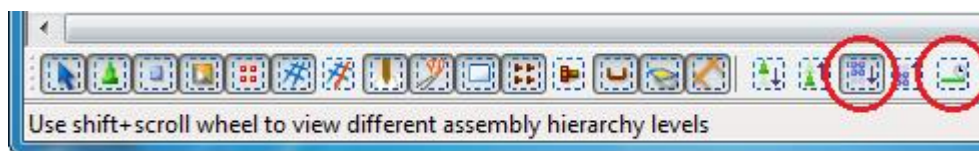
7.1 Betonielementtien suunnittelutyön hallinnan toteuttaminen

Betonielementtien suunnittelutyön hallinnan lähtökohdaksi valittiin elementeille asetettavat valmiusasteet. Valintaa puolsivat toimeksiantajan toiveet ja BEC 2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohjeen edellytys valmiusasteiden käytöstä. Valmiusasteiden avulla voidaan hallita suunnittelutyön etenemistä ja valmistumista. Valmiusasteprosentti muodostetaan laskemalla valmiiden elementtien suhde elementtien kokonaismäärään.

Valmiusasteita tulisi olla riittävästi, jotta suunnittelutyön hallinta olisi tarkoituksenmukaista. Liian suuri määrä valmiusasteita hidastaa suunnittelutyötä, vähäinen valmiusasteiden määrä puolestaan vaikeuttaa suunnittelutyön etenemisen hallintaa.

Valmiusasteet tulisi määritellä siten, että ne soveltuvat sekä pieniin että suuriin rakennushankkeisiin. Valmiusasteiden nimitysten tulisi olla mahdollisimman kuvaavia niiden käytön helpottamiseksi.

Tekla Structures -ohjelmisto tarjoaa mallinnustyökalujen ohella työkaluja moniin eri suunnittelutyöhön liittyviin tarkoituksiin. Ohjelmistolla on mahdollista muun muassa luoda piirustuksia ja raportteja, aikatauluttaa projekteja ja seurata aikataulujen toteutumista. Opinnäytetyöhön liittyen oleellimmat työkalut ovat Project Status Visualization, Task Manager ja Create Report sekä FMC-ympäristön FMCG Status. Tekla Structures -ohjelmistoa käytettäessä on valittavana erilaisia objektien valinta-asetuksia, joista opinnäytetyön kannalta oleellimmat ovat kuviossa 6 ympyröidyt Select assemblies ja Select tasks.



Kuvio 6. Tekla Structures -ohjelmiston objektien valinta-asetuksia

7.2 Valmiusasteiden määrittely

Ennen työkaluihin tutustumista ja niiden soveltuvuuden arviointia oli tarpeellista määrittää valmiusasteiden määrä ja sisällöt. Valmiusasteiden määrittely toteutettiin yhdessä toimeksiantajan kanssa. Määrittelyssä otettiin huomioon aikaisemmin suunnittelun työn aikana ilmenneet tarpeet. Yhteisen pohdinnan tuloksena päädyttiin kymmeneen valmiusasteeseen.

1_Geometria ok

Geometria ok -valmiusaste asetetaan, kun on mallinnettu elementtien päägeometria sekä ovien ja ikkunoiden paikat. Tämä valmiusaste on käytössä yleissuunnitteluvaiheessa.

2_Urakkalaskenta

Urakkalaskenta-valmiusastetta käytetään hankintoja palvelevassa suunnitteluvaiheessa. Valmiusaste asetetaan, kun elementtien törmäykset on eliminoitu. Lisäksi elementeille on oltava tehty saumajako.

3_Mallielementti

Mallielementeille haluttiin oma valmiusasteensa, jotta ne on mahdollista tunnistaa muista elementeistä ja paikantaa nopeasti. Myös tämä valmiusaste on käytössä hankintoja palvelevassa suunnitteluvaiheessa.

4_Malli valmis

Kun elementti on valmis mallinnuksen osalta, eli siihen on mallinnettu muun muassa raudoitukset, tarvikkeet ja varaukset, asetetaan sille Malli valmis -valmiusaste. Jos mallintaja itse vastaa mallintamansa elementin oikeellisuudesta, hän voi asettaa suoraan Malli tarkastettu -valmiusasteen. Malli valmis -valmiusastetta voidaan hyödyntää esimerkiksi myös silloin, kun elementti on mallinnettu muuten valmiiksi, mutta jokin kohta pitää vielä ratkaista. Tällöin mallintaja voi kirjata asian elementtiin suunnittelun kommenttina. Malli valmis ja sitä seuraavat valmiusasteet tulevat käyttöön toteutussuunnitteluvaiheessa.

5_Malli tarkastettu

Malli tarkastettu -valmiusaste asetetaan, kun elementistä voidaan tehdä piirustus.

6_Piirustus valmis

Piirustus valmis -valmiusaste asetetaan, kun elementin piirustus on tehty. Mikäli elementin mallintaja on myös piirustuksen tekijä, hän voi asettaa suoraan Piirustus tarkastettu -valmiusasteen.

7_Piirustus tarkastettu

Piirustus tarkastettu -valmiusaste asetetaan silloin, kun mallintaja on varmistanut tehdyn piirustuksen vastaavan mallinnettua elementtiä.

9_holdissa

Holdissa-valmiusaste asetetaan silloin, kun elementin suunnittelua ei saa syystä tai toisesta viedä eteenpäin. Tämä on tarpeellinen esimerkiksi silloin, kun saadaan tieto rakennukseen tulevasta muutoksesta.

10_Valmis

Valmis-valmiusaste on määritelty Kauton (2012, 36) ohjeistuksen mukaan. Valmiusastetta käytetään rakennesuunnittelussa silloin, kun piirustus on toimitettu elementin valmistajalle.

11_Muuttunut

Myös Muuttunut-valmiusaste on määritelty Kauton (2012, 36) ohjeistuksen mukaan. Mikäli elementtiin tehdään muutoksia sen jälkeen, kun piirustus on toimitettu elementin valmistajalle, asetetaan sille Muuttunut-valmiusaste.

7.3 Työkalut

7.3.1 Workflow-välilehti

Kaksoisklikatessa objektia Select assemblies -valinnan ollessa aktiivisena saadaan näkyviin kuvion 7 mukainen näkymä, jossa yhtenä välilehtenä on Workflow. Tällä välilehdellä pystytään kirjaamaan suunnittelutyön, valmistuksen ja asennuksen sekä suunnitellut että toteutuneet alkamis- ja päättymisajankohdat. Suunnittelulle, tuotannolle ja asennukselle voidaan valita myös status eli valmiusaste alavetovalikosta.

Cast unit	Parameters	Workflow	FI-Yleistiedot	FI-Teräs	FI-Betoni	FI-Kuormitus	FI-Piirustusas
Suunnittelu							
Tarkastanut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Tarkastuspvm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kommentti(SLU)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Suunniteltu aloi.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kenelle määrätty(SLU)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Suunniteltu valm.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tunnus(SLU)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Toteutunut aloi.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Status(SLU):	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Toteutunut valm.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Valmistus							
Tunnus(VAL)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Suunniteltu aloi.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Toimitusnumero	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Suunniteltu valm.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kuormanumero	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Toteutunut aloi.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kuormakirja	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Toteutunut valm.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tuotannon status:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>					
Asennus							
Asennusnumero	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Suunniteltu aloi.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kommentti(AS)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Suunniteltu valm.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Status(AS):	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Toteutunut aloi.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Paikallavalustatus:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Toteutunut valm.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

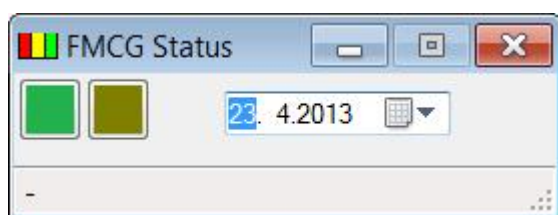
Kuvio 7. Workflow-välilehti

Workflow-välilehteä ei ole FMC-ympäristössä. Lisäksi suunnittelun osalta valittavia valmiusasteita on vain kaksi, kesken ja valmis, eikä niitä pystytä lisäämään tai muok-

kaamaan. Suunnitteluprosessin hallintaan tarvittaisiin kuitenkin huomattavasti enemmän valmiusasteita. Lisäksi mahdollisia muutoksia varten olisi Kauton (2012, 36) ohjeistama muuttunut-valmiusaste tarpeellinen. Workflow-välilehti sopiikin nykyisellään enemmän projektin kokonaisvaltaisempaan hallintaan.

7.3.2 FMCG Status

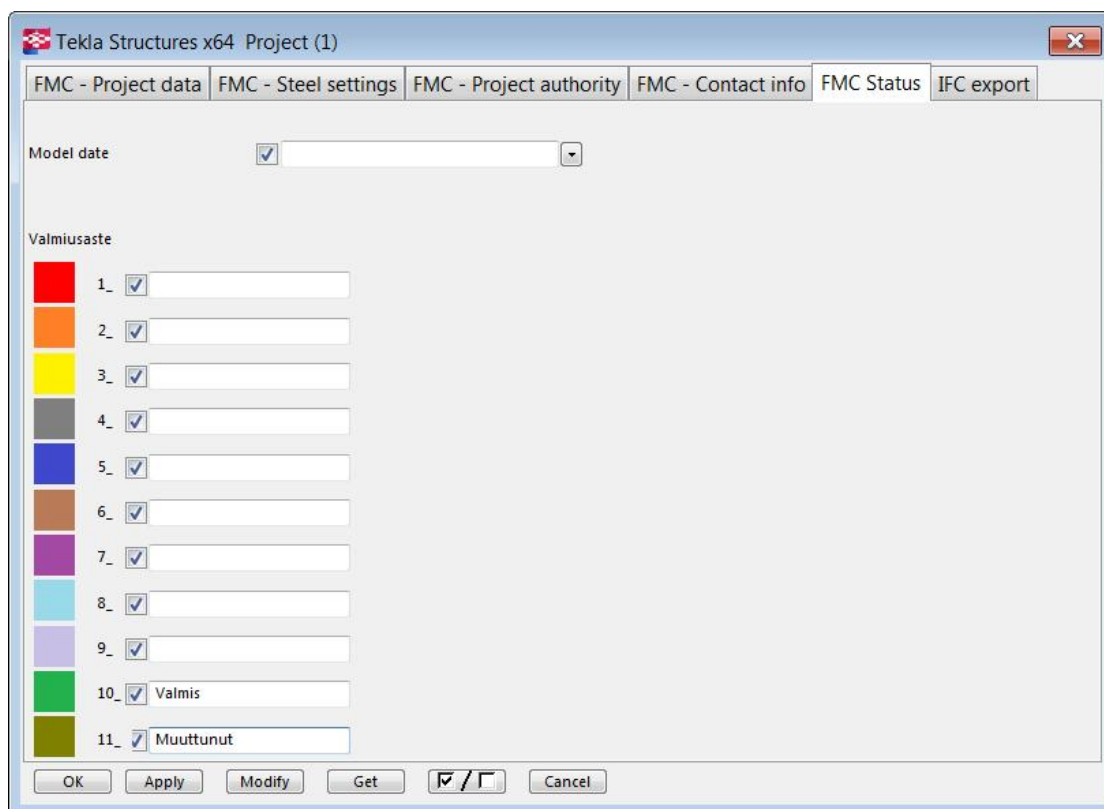
FMCG Status on FMC-ympäristöön luotu rakenneosien valmiusasteiden asettamiseen tarkoitettu työkalu. Kuten kuviosta 8 käy ilmi, työkalussa on ennalta määritettyjen valmiusasteiden painikkeet ja päivämäärän valinta. Työkalulla saadaan asetettua valmiusaste valitsemalla ensin halutut objektit Select assemblies -valinnan ollessa aktiivisena ja sitten painamalla haluttua valmiusastepainiketta. Valitut objektit saavat valmiusasteen lisäksi työkalun avulla määritetyn päivämäärän.



Kuvio 8. FMCG Status -työkalu

Kun valmiusasteet asetetaan FMCG Status -työkalulla, niiden historiatiedot eivät tallennu. Toisin sanoen vain viimeisin valmiusaste ja sen päivämäärä näkyvät. Ilman historiatietoja suunnitteluprosessin etenemistä ei voida tarkastella jälkikäteen.

FMCG Status -työkalussa olevat valmiusasteet määritetään File-valikosta löytyvän Project Propertiesin UDA:ssa FMC Status -välilehdellä (ks. kuvio 9). Valmiusasteille on varattu 11 kenttää, joista kentät 10 ja 11 on tässä tapauksessa määritetty noudattaen Kauton (2012, 36) ohjeistusta.



Kuvio 9. Valmiusasteiden määrittäminen FMC Status -välilehdellä

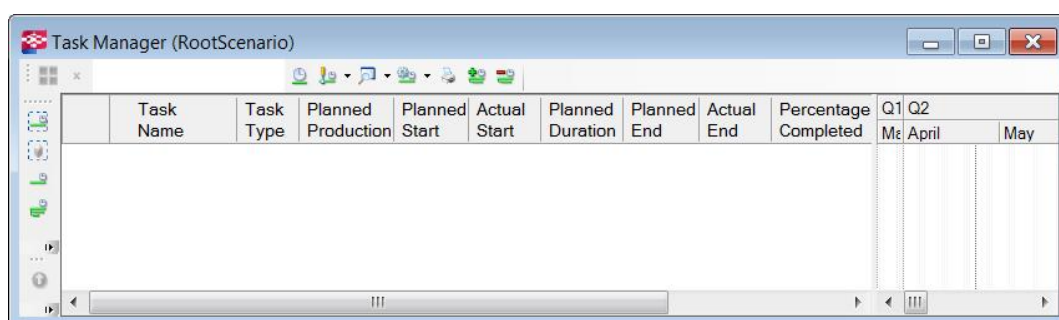
7.3.3 Project Status Visualization

Project Status Visualization -työkalulla on mahdollista muuttaa tietomallin objektien esitystapaa. Oletusarvoisesti päällä on standard-esitystapa, jolloin objektit näkyvät objektityypeittäin asetetun värin mukaisina (ks. liite 2). Liitteessä 3 esitystavaksi on valittu FMC_Status, jolla voidaan visuaalisesti havainnollistaa objekteille FMCG Status -työkalulla asetettuja valmiusasteita. Objektit muuttuvat esitystavan asetusten mukaisiksi painamalla Project Status Visualization -työkalun Refresh-painiketta. Mikäli objektille ei ole asetettu valmiusastetta, se näkyy FMC_Status-esitystavassa mustana ja osittain läpinäkyvänä (ks. liite 3).

Project Status Visualization -työkalussa valitaan myös tarkasteluajankohta. Näin suunnittelutyön etenemistä on mahdollista tarkastella jälkikäteen. Jotta ominaisuuksia voitaisiin hyödyntää, objektien suunnittelun historiatiedot tulee olla tallennettuna. Jos käytettäisiin esimerkiksi 4D Suunnittelu -esitystapaa, voisi suunnittelutyön etenemistä visualisoida eri ajankohtina Workflow-välilehteen kirjattujen päivämäärien avulla. FMC_Status-esitystapaa käytettäessä tarkasteluajankohdan valinnasta ei ole hyötyä, sillä FMCG Status -työkalulla asetettujen valmiusasteiden historiatiedot eivät tallennu.

7.3.4 Task Manager

Task Manager on Tekla Structures -ohjelmiston projektinhallintatyökalu. Siihen voidaan määrittää erilaisia tehtäviä, kuten esimerkiksi ontelolaattojen suunnittelu. Työkalun avulla pystytään myös seuraamaan eri tehtävien suunniteltuja ja toteutuneita aikatauluja. Tehtävän toteutumista voidaan seurata Percentage Completed -sarakeesta (ks. kuvio 10). Eri tehtäviin liitettyjä objekteja voidaan tarkastella mallinäkyymässä siirtämällä kursori halutun objektin päälle Select tasks -valinnan ollessa aktiivisena.



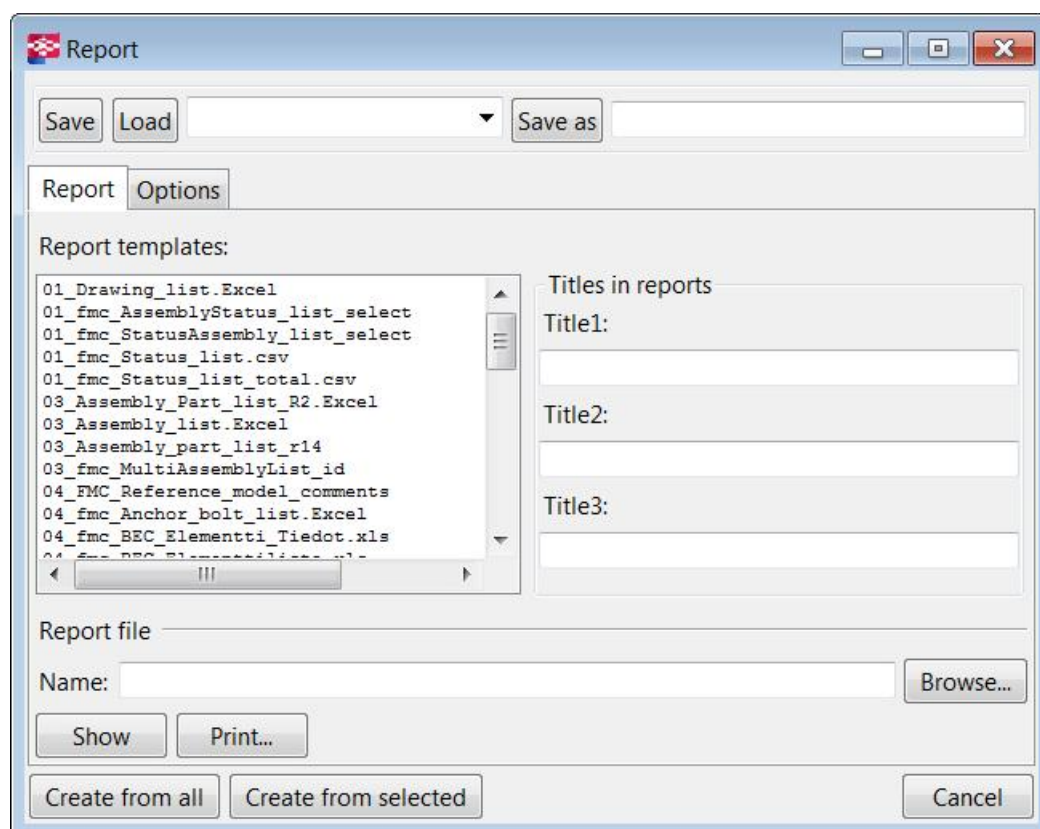
Kuvio 10. Task Manager -työkalu

Valmiusasteprosentin esittäminen voisi olla mahdollista Task Manager -työkalun avulla, mutta FMC-ympäristössä se ei kuitenkaan nykyisellään onnistu. Tämä johtuu

siitä, että luotaessa uutta tehtävää sille ei pystytä määrittämään sellaista tyyppiä, joka ottaisi huomioon esimerkiksi FMCG Status -työkalulla asetetun valmiusasteen. Percentage Completed -sarake osaa huodyntää Workflow-välilehteen kirjattuja valmistuspäivämääriä, mutta kuten edellä on todettu, Workflow-välilehteä ei ole FMC-ympäristössä.

7.3.5 Create Report

Create Report -työkalulla voidaan luoda erilaisia raportteja eri tiedostomuodoissa. Työkalu löytyy Drawings & Reports -valikon alta. Kuten kuviosta 11 voidaan huomata, raporttien luontiin on olemassa useita valmiita pohjia. Raporttipohjia on myös mahdollista muokata itse saman valikon alta löytyvällä Template Editor -työkalulla.



Kuvio 11. Raporttien luomistyökalu

FMC-ympäristössä on olemassa raporttipohjia FMCG Status -työkaluun liittyen. Raportit ovat kuitenkin vielä hyvin pelkistettyjä eivätkä sellaisinaan kelpaa virallisiksi dokumenteiksi. Esimerkkiraportti löytyy liitteestä 4.

7.4 Vaihtoehdot valmiusasteiden raporttipohjaksi

Yksi opinnäytetyön tavoitteista oli luoda raporttipohja betonielementtien valmiusasteiden ja valmiusasteprosentin raporttoimiseen. Raportoinnin toteuttamista tutkittiin valmiiden raporttipohjien muokkaamisella, johon löytyi kolme lähestymistapaa. Ensimmäinen oli FMCG Status -työkaluun liittyvien raporttipohjien muokkaaminen. Toisena mahdollisuutena oli valmiusasteen raportoinnin liittäminen osaksi käytössä olevaa raportointimenettelyä. Kolmas tapa oli HMTL-koodia sisältävän raporttipohjan muokkaus. Kaikissa tapauksissa raporttien tulisi olla Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelman kanssa yhteensopivia. Raporttien käyttämisessä kaikkein hyödyllisintä olisi, jos ne olisivat suoraan valmiita, eivätkä vaatisi niiden luomisen jälkeistä muokkaamista tai tietojen erillistä tuomista raporttiin. Näin myös virheiden mahdollisuus pienenis.

FMCG Status -työkalua varten luodut raporttipohjat vaatisivat raporttien ulkoasun muokkaamista niiden luomisen jälkeen Excelissä. Raporttien ulkoasujen muokkaaminen tulisi automatisoida, jotta se olisi käytännöllistä. Tämä voisi olla mahdollista luomalla makron Excel-tiedostoon. Makroon voidaan tallentaa hiirellä tehdyt valinnat ja näppäinpainallukset (Pikaopas: makron luominen n.d.). Makron käyttöä hankaloittaa kuitenkin se, että muokattavan raportin tietojen tulisi olla aina samoissa soluissa kuin makroa luotaessa. Koska elementtien ja sitä kautta tietoa sisältävien solujen määrä ja sijainti vaihtelevat, toimivan makron luominen olisi ongelmallista.

Valmiusasteprocentin osoittamisessa makroa voitaisiin mahdollisesti käyttää, mikäli raportissa keskityttäisiin vain yhteen elementtityyppiin. Tällöin tiedot sijaitsisivat aina samoissa soluissa. Ongelmana tässä on se, että kyseisessä raporttipohjassa listataan ne valmiusasteet, joita on käytetty raporttia luotaessa valittuina olleissa elementeissä. Toisin sanoen listattavien valmiusasteiden määrä vaihtelee, mistä aiheutuu sama ongelma kuin edellä.

Makron käyttämisessä on myös kaksi muuta ongelmaa. Ensimmäinen niistä on makron jakaminen. Testatessani makron käyttämistä ensimmäisellä tietokoneella huomasi, että makro ei tallentunut. Toisella koneella makro puolestaan tallentui. Jotta makroa kannattaisi hyödyntää, olisi syytä selvittää sen jakamisen mahdollisuus yrityksen verkon kautta. Toinen ongelma on makron luotettavuus. Olen aiemmin havainnut, ettei makro välttämättä aina toteuta kaikkia hiirellä tehtyjä valintoja ja näppäinpainalluksia. Ongelma tosin ilmeni huomattavasti laajemman Excel-tiedoston yhteydessä. Tämä on kuitenkin asia, joka tulee ottaa huomioon raportointitapaa päätettäessä.

Toinen vaihtoehtoista liittyisi nykyisen raportointitavan muokkaamiseen. Tällä hetkellä raportointi hoidetaan luomalla tietomallista samantapainen karkea raportti kuin liitteessä 4 on esitetty. Tämän jälkeen avataan raporttipohja, johon tiedot tuodaan erikseen. Tämän vaihtoehdon etuna olisi, ettei käytössä olevaa raportointitapaa tarvitsisi muuttaa. Valmiusaste voitaisiin lisätä omaksi sarakkeekseen ja valmiusasteprocentti saataisiin laskettua raportissa laskukaavan avulla. Tämän raportointitavan heikkoutena on manuaalinen tiedonsiirto, joka vie aikaa ja on altis virheille.

Raportin luominen kerralla valmiiksi voisi olla mahdollista hyödyntämällä HTML-koodia sisältävää raporttipohjaa. Tällöin raportin ulkoasu saataisiin muokattua halutunlaiseksi HTML-koodilla. Tämä mahdollistaisi myös kuvien, esimerkiksi yrityksen logon, tuomista raporttiin automaattisesti. Raporttipohjan muokkaamisessa ongelmana on koodikieli ja sopivan raporttipohjan muotoilu vaatii ohjelmointiosaamista.

8 Pohdinta

8.1 Päätelmät

Tietomallinnus tuo uudenlaisia tapoja ja haasteita betonielementtien suunnittelutyöhön. Suunnittelutyö muuttuu monimutkaisemmaksi, sillä huomioonotettavia asioita on enemmän kuin aikaisemmin. Toisaalta vaivannäkö kannattaa, sillä tietomallista voidaan hyötyä koko rakennuksen elinkaaren ajan. Tietomallinnusta ohjaavat Yleiset tietomallivaatimukset 2012 -julkaisusarja ja BEC 2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje.

Mitä paremmin tietomallinnuskohteen suunnittelutyön yksittäiset prosessit hallitaan, sitä paremmin koko rakennushanke pysyy hallinnassa. Suunnittelutyötä voidaan hallita esimerkiksi valmiusasteita käyttämällä. Valmiusasteet ja niiden visuaalinen esittäminen tarjoavat uusia mahdollisuuksia rakennushankkeen suunnittelutyön etene-
misen hallintaan. Opinnäytetyön tuloksena Tekla Structures -ohjelmistosta löydettiin työkaluja, jotka mahdollistavat betonielementtien suunnittelutyön hallitsemisen valmiusasteiden avulla. Samaan lopputulokseen voidaan päätyä monella eri tapaa, mutta menetelmät poikkeavat toisistaan selkeästi muun muassa käytettävyyden ja muokattavuuden osalta.

Valmiusasteiden asettaminen voisi olla mahdollista Workflow-välilehden avulla, mikäli siihen saataisiin määritettyä enemmän valmiusasteita. Tällä hetkellä valittavia valmiusasteita on vain kaksi eikä niitä pystytä muokkaamaan. Workflow-välilehteä käytettäessä valmiusaste voidaan määrittää vain yhdelle elementille kerrallaan. Lisäksi Workflow-välilehteä ei ole tällä hetkellä FMC-ympäristössä, joten sen hyödyntäminen edellyttäisi ympäristön muokkaamista.

FMCG Status -työkalu on Workflow-välilehteä käytännöllisempi, koska sillä voidaan määrittää valmiusaste usealle elementille yhdellä kertaa säästäen näin aikaa. Tämän ominaisuuden hyödyntämisessä on syytä olla tarkkana, ettei vahingossa valita myös sellaisia elementtejä joille ei ole tarkoitus määrittää kyseistä valmiusastetta. Valmiusaste olisi hyvä merkitä elementille aina heti sen käsittelyn jälkeen, joten usean elementin valmiusasteen määrittäminen samalla kertaa on harvemmin tarpeellista. Tietyillä valmiusasteilla ja elementtityypeillä tällainen ominaisuus on kuitenkin hyödyllinen. Ominaisuuden tarpeellisuus ilmenee esimerkiksi silloin, jos kerrokseen on tulossa muutos ja holdissa-valmiusaste tarvitsee määrittää usealle elementille. Vaikka FMCG Status -työkalua käytettäisiinkin valmiusasteen asettamiseen aina yksittäisille elementeille, sen käyttö on kuitenkin yksinkertaisempaa ja nopeampaa kuin Workflow-välilehden. Edellä mainituista syistä johtuen FMCG Status -työkalu valittiin jatkotutkimisen ja -kehityksen kohteeksi.

Opinnäytetyön tuloksena löydetyistä valmiusasteprosentin raportointivaihtoehdoista käytännöllisin olisi HTML-koodikielellä muodostettu raporttipohja. Raporttiin saataisiin tuotua automaattisesti kaikki tarvittavat tiedot, kuten esimerkiksi yrityksen liikemerkki ja yhteystiedot, jolloin sitä ei tarvitsisi muokata enää luomisen jälkeen. Täysin automaattisesti luotu raportti olisi myös luotettavampi kuin manuaalista tiedonsiirtoa tai makron käyttöä vaativa raportti. Automaattisesti luotava raportti olisi siis suoraan virallinen asiakirja, jolla voitaisiin osoittaa valmiusasteiden perusteella laskettu valmiusasteprosentti.

8.2 Tavoitteiden saavuttaminen

Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin pääosin. Uusia hallintatyökaluja ei tarvitse luoda, sillä betonielementtien suunnittelutyön hallinta valmiusasteiden avulla pystytään toteuttamaan FMCG Status -työkalulla. Työkalulla asetettavat valmiusasteet saatiin määriteltä ja työkalun käyttöön luotiin toimintaohje, joka löytyy liitteestä 5.

Opinnäytetyössä määriteltyjen valmiusasteiden on tarkoitus toimia oletusarvoina, mutta ne ovat muokattavissa rakennushankekohtaisesti.

Tavoitteita ei täysin saavutettu valmiusasteprosentin raportoinnin osalta. Valmiusasteprosentin muodostaminen määritettiin, mutta itse raportointia ei saatu vielä lopulliseksi. Tämä johtuu siitä, että hyödyllisimmäksi todetun raporttipohjan kehittäminen vaatii ohjelmointiosaamista. Opinnäytetyön avulla saatiin kuitenkin luotua lähtökohdat raportointipohjan jatkokehitykselle.

Vaikka valmiusasteprosentin osoittamiseen tarkoitettua raporttipohjaa ei vielä saatu muokattua, valmiusasteiden tarkastelu visualisoinnin kautta tarjoaa jo nyt uusia mahdollisuuksia suunnittelutyön tilanteen hahmottamisessa. Valmiusasteita käyttämällä esimerkiksi mallielementit pystytään paikallistamaan nopeasti tietomallista ja mahdollisesti suunnittelematta jääneet elementit voidaan havaita aikaisemmassa vaiheessa.

Opinnäytetyön lopputuloksen kannalta olisi ollut hyödyllistä, jos työ olisi ollut sidoksissa Case-kohteeseen. Tällöin valmiusasteita ja niiden raportointia olisi voitu kokeilla varsinaisessa kohteessa ja näin saada kerättyä arvokkaita käyttäjäkokemuksia. Toisaalta, koska raporttipohjaa ei sen vaatiman erikoisosaamisen vuoksi saatu muokattua, loppukäyttäjätestauksen suorittaminen olisi voinut tuottaa virheellisiä tuloksia.

8.3 Jatkokehitysehdotukset

FMCG Status -työkalu on jo sellaisenaan sopiva valmiusasteiden asettamiseen. Kehitettävää siitä kuitenkin löytyy, jotta sen kanssa työskentely nopeutuisi ja helpottuisi. Valmiusasteiden määrittämisen tulisi olla mahdollisimman vaivatonta. Niiden pitäisi siis olla automaattisesti määritettynä Project Propertiesin UDA:ssa. Valmiusasteet voitaisiin liittää esimerkiksi FMC-ympäristöön, mikäli mahdollista.

Valmiusasteiden nimitysten liittäminen FMCG Status -työkaluun ja painikkeiden asettelun muuttaminen nopeuttaisivat valmiusasteiden asettamista. Tällä hetkellä työkalussa on valmiusasteiden painikkeet ja päivämäärä vaakarivissä. Valmiusasteet voidaan erottaa toisistaan värin perusteella, sekä siirtämällä hiiren osoittimen painikkeen päälle, jolloin valmiusaste tulee hetkeksi näkyviin. Käytännöllisempää olisi, jos painikkeet sijoitettaisiin pystyriiviin ja valmiusasteiden nimitykset sijaitsisivat painikkeiden vierellä. Lisäksi nimitykset voisi piilottaa halutessa.

Valmiusasteiden visualisointia voitaisiin kehittää havainnollisemmaksi. Tällä hetkellä valmiusasteiden väriä on mahdollista muuttaa Project Status Visualization -työkalulla. Muutokset eivät kuitenkaan päivity Project Propertiesin UDA:n FMC Status -välilehteen tai FMCG Status -työkalun painikkeisiin, jolloin värien muuttamisesta ei ole hyötyä. Project Propertiesin UDA:n FMC Status -välilehteä ja FMCG Status -työkalua tulisikin muokata siten, että muutokset päivittyvät myös niihin sekaannusten välttämiseksi.

Valmiusasteiden historiatietojen tulisi tallentua FMCG Status -työkalua käytettäessä. Valmiusasteen muutos voisi esimerkiksi tallentua lokitietona elementin FMC Status -välilehdelle. Tällöin suunnittelutyön etenemistä voitaisiin seurata jälkikäteen. Jotta historiatiedot pysyisivät luotettavina, käyttäjä ei saisi pystyä muokkaamaan niitä itse. Valmiusasteiden historiatiedoista olisi hyötyä erityisesti holdissa-valmiusasteen käytön yhteydessä. Holdissa-valmiusasteen antamisen jälkeen elementin sitä edeltävän valmiusasteen selvittäminen ilman historiatietoja voi olla hankalaa tai jopa mahdotonta.

Elementin holdissa-valmiusastetta edeltävän valmiusasteen selvittäminen historiatietojen kautta saattaa olla hidasta ja työlästä. Parempi lähestymistapa voisi olla holdissa-valmiusasteen muuttaminen elementin muokkaamisen estäväksi valintaruuduksi elementin FMC Status -välilehdellä. Näin viimeisin valmiusaste säilyisi, eikä sitä tarvitsisi etsiä esimerkiksi valmiusasteiden historiatiedoista. Tällä tavoin lukitut elemen-

tit voisivat muuttua esimerkiksi läpikuultaviksi, jotta ne erotettaisiin muista elementeistä. Lukittujen elementtien valmiusaste näkyisi kuitenkin lukituksesta huolimatta. Toinen, aikaa säästävämpi ratkaisu voisi olla lukituspainikkeen lisääminen FMCG Status -työkaluun. Näin olisi mahdollista asettaa ja poistaa lukitus usealta elementiltä yhtä aikaa.

Opinnäytetyön tuloksena löydettyjä työkaluja kehittämällä betonielementtien suunnittelutyön hallinta saadaan entistä helpommaksi ja tarkoituksenmukaisemmaksi. Valmiusasteiden käyttöä ja niistä johdetun valmiusasteprosentin raportointia tullaan testaamaan käytännössä kesällä 2013. Kun valmiusasteiden käyttö sekä raportointi saadaan betonielementtien osalta toimivaksi, niitä voidaan hyödyntää muissakin rakenteissa, kuten paikallavalu- ja teräsrakenteissa.

Lähteet

Elementtisuunnittelun yleisohje. 2010. Viitattu 7.5.2013.

[Http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/suunnittelun-ohjaus](http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/suunnittelun-ohjaus).

Kautto, T. 2012. BEC 2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje. Viitattu 9.5.2013.

[Http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu](http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu), BEC2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje 30072012.pdf.

Mallintava suunnittelu. N.d. Verkkodokumentti Elementtisuunnittelu.fi -sivustolla. Viitattu 7.5.2013.

[Http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu](http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu).

Peruskäsitteitä. N.d. Verkkodokumentti Tekla Oy:n sivustolla. Viitattu 15.5.2013.

[Http://www.tekla.com/fi](http://www.tekla.com/fi), Ratkaisut, Rakentaminen, Peruskäsitteet.

Pikaopas: makron luominen. N.d. Verkkodokumentti Microsoft Corporationin Office-sivustolla. [Http://office.microsoft.com/fi-fi/excel-help/pikaopas-makron-luominen-HA010370613.aspx](http://office.microsoft.com/fi-fi/excel-help/pikaopas-makron-luominen-HA010370613.aspx).

Rakennesuunnittelu ja rakentamisen suunnittelu. N.d. Verkkodokumentti Tekla Oy:n sivustolla. Viitattu 13.5.2013. [Http://www.tekla.com/fi](http://www.tekla.com/fi), Ratkaisut, Rakentaminen, Rakennesuunnittelijat.

RT 10-11070. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 5. Rakennesuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto.

Save Time & Money. N.d. Verkkodokumentti Marcatects Inc:n sivustolla. Viitattu 7.5.2013. [Http://marcatects.com/bim/save-time-money](http://marcatects.com/bim/save-time-money).

Suomi haluaa pysyä tietomallintamisen huipulla. 2011. Video RYM Oy:n sivustolla. Viitattu 17.5.2013. [Http://www.rym.fi](http://www.rym.fi), Videot, Suomi haluaa pysyä tietomallintamisen huipulla.

Sääskilahti, M. 2013. Toimistopäällikkö. KPM-Engineering Oy. Keskustelu 24.5.2013.

Tietomallinnus. N.d. Verkkodokumentti Suomen Rakennusinsinöörien Liiton RIL:n sivustolla. Viitattu 8.5.2013.

[Http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html](http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html).

Tuotemallintaminen rakennesuunnittelussa. 2007. Rakennusteollisuus RT & Rakennustietosäätiö RTS. Helsinki: Rakennustieto.

Tuoteosakauppa. N.d. Verkkodokumentti Elementtisuunnittelu.fi -sivustolla. Viitattu 7.5.2013.

[Http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/tuoteosakauppa](http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/tuoteosakauppa).

Yhteistoiminta rakennusprojektissa. N.d. Verkkodokumentti Tekla Oy:n sivustolla. Viitattu 13.5.2013. [Http://www.tekla.com/fi](http://www.tekla.com/fi), Ratkaisut, Rakentaminen, Rakennesuunnittelijat, Yhteistoiminta.

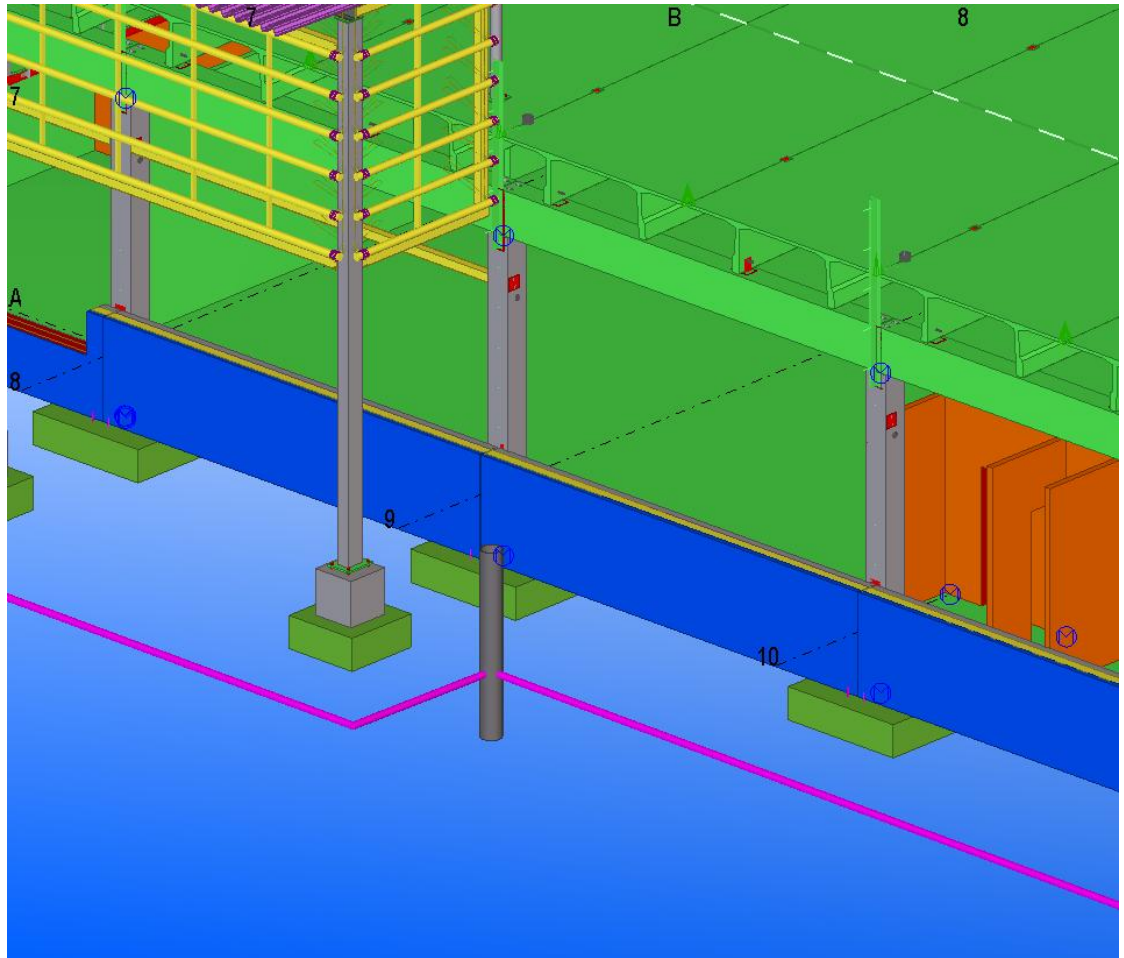
Liitteet

Liite 1. Rakennemallin tietosisältö yleissuunnitteluvaiheessa.

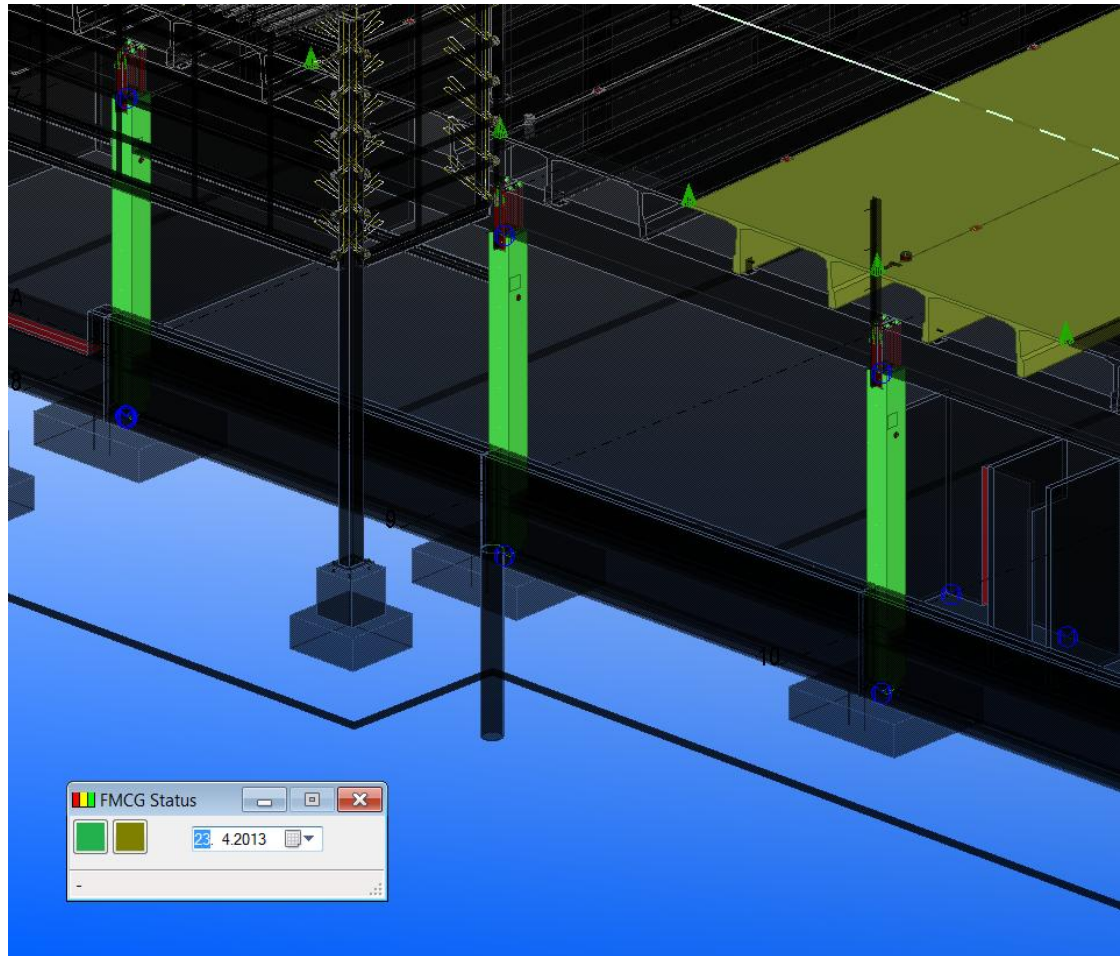
x = mallinnetaan, (x) = mallintamisesta on sovittava projektikohtaisesti

Yleissuunnittelu

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Perustukset	Paalutukset	(x)	
	Anturat	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Perusmuurit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Peruspilarit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Peruspalkit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Lämmöneristeet	(x)	
Alapohjat	Alapohjalaatta	x	Mallinnetaan kantavan osuuden perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Alapohjakanaalit	(x)	
	Erityiset alapohjat	(x)	
	Lämmöneristeet	(x)	
Runko	VSS	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Kantavat seinät	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Pilarit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Palkit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Välipohjat	x	Mallinnetaan kantavan osuuden perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Yläpohja	x	Mallinnetaan kantavan osuuden perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Erityiset runkorakenteet	(x)	
Julkisivut	Ulkoseinät	(x)	Voidaan mallintaa esimerkiksi yhtenäisenä seinäobjektina määrien raportoinnin takia
	Erityiset julkisivurakenteet	(x)	
Ulkotasot	Parvekkeet	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Katokset	(x)	
	Erityiset ulkotasot	(x)	
Vesikatot	Vesikattorakenteet	(x)	
	Räystäsrakenteet	(x)	
	Lasikattorakenteet	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
Tilan jako-osat	Ei-kantavat betoniset väliseinät	(x)	
Muut tilaosat	Rakenteisiin kuuluvat tilaa vievät osat esim palonsuojalevyt	(x)	
	Hoitotasot ja kulkureitit	(x)	

Liite 2. Näkymä Project Status Visualizationin standard-asetuksella.

Liite 3. Näkymä Project Status Visualizationin FMC_Status-asetuksella.



Liite 4. Valmiusasteraportin nykytilanne.

01_fmc_Status_list_total - Microsoft Excel

Tiedosto Aloitu Lisää Sivun Kaava Tiedo Tarkis Näytä PDF PDF-X Leikepöytä Muokkaaminen Privacy

Liitä Fontti Tasaus Numero Tyyli Solut Sign and Encrypt

A1

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3	VALMIUSASTE RAPORTTI						
4							
5	Project no J24193						
6	Project no MUURAMEN KAUPPAKESKUS						
7	Project no SETÄLÄNTIE 2						
8	40950 MUURAME						
9							
10	Date: 11.4.2013						
11							
12							
13							
14	Nimi	KPL	Valmiusaste	KPL			
15							
16	Teräskoko	328					
17			10_Valmis	17			
18			09_holdis	1			
19			05_Piirust	1			
20			04_Malli v	3			
21			03_Mallie	3			
22			02_Urakko	4			
23				299			
24							
25	Betoniele	3492					
26				349			
27							
28							
29							
30							
31							

01_fmc_Status_list_total

Valmis 100%

Liite 5. Toimintaohje valmiusasteiden asettamiseen.

1/2

Valmiusasteiden asettaminen FMCG Status -työkalulla

Valmiusasteiden määrittäminen

Valmiusasteiden määrittäminen onnistuu seuraavan linkkipolun kautta:

File-valikko → Project Properties → User-defined attributes → FMC Status -välilehti

FMC Status -välilehdellä määritetään valmiusasteet seuraavasti:

1. Geometria ok
2. Urakkalaskenta
3. Mallielementti
4. Malli valmis
5. Malli tarkastettu
6. Piirustus valmis
7. Piirustus tarkastettu
- 8.
9. holdissa
10. Valmis
11. Muuttunut

Valmiusasteiden asettaminen

1. Valitse halutut elementit Select assemblies -valinnan ollessa päällä
2. Avaa FMCG Status -työkalu ja määritä siinä oikea päivämäärä
3. Aseta haluttu valmiusaste painamalla valmiusastepainiketta. Valmiusasteen nimi tulee näkyviin pitämällä hiiren osoitinta valmiusastepainikkeen päällä.

Valmiusasteiden visuaalinen tarkastelu

Valmiusasteita voidaan tarkastella visuaalisesti seuraavan polun kautta:

Tools-valikko → Project Status Visualization

1. Valitse esitystavaksi Object representation -valikosta FMC_Status
2. Paina Refresh

Valmiusasteiden käyttö

1_Geometria ok

Geometria ok -valmiusaste asetetaan, kun elementtien päägeometria sekä ovien ja ikkunoiden paikat on mallinnettu.

2_Urakkalaskenta

Urakkalaskenta-valmiusaste asetetaan, kun elementtien törmäykset on eliminoitu. Lisäksi elementtien saumajaan tulee olla tehtynä.

3_Mallielementti

Mallielementti-valmiusaste asetetaan mallielementeille.

4_Malli valmis

Malli valmis -valmiusaste asetetaan silloin, kun elementti on mallinnettu mutta vaatii vielä erillisen tarkastuksen. Tarkastuksen vaativan asian voi kirjata elementtiin suunnittelun kommenttina. Mikäli erillistä tarkastusta ei tarvita, elementille voidaan asettaa suoraan Malli tarkastettu -valmiusaste.

5_Malli tarkastettu

Malli tarkastettu -valmiusaste asetetaan, kun elementistä voidaan tehdä piirustus.

6_Piirustus valmis

Piirustus valmis -valmiusaste asetetaan, kun elementin piirustus on tehty. Mikäli elementin mallintaja on myös piirustuksen tekijä, voidaan elementille asettaa suoraan Piirustus tarkastettu -valmiusaste.

7_Piirustus tarkastettu

Piirustus tarkastettu -valmiusaste asetetaan, kun mallintaja on varmistanut tehdyn piirustuksen vastaavan mallinnettua elementtiä.

9_holdissa

Holdissa-valmiusaste asetetaan, kun elementin suunnittelua ei saa syystä tai toisesta viedä eteenpäin.

10_Valmis

Valmis-valmiusaste asetetaan, kun piirustus on lähetetty eteenpäin.

11_Muuttunut

Muuttunut-valmiusaste asetetaan, mikäli elementtiin tehdään muutoksia sen jälkeen, kun sen piirustus on lähetetty eteenpäin.